

74. Uso de un mundo virtual 3D para diseñar y construir aulas como ambientes de aprendizaje: Evaluación desde la perspectiva *smart classroom*

Mogas Recalde, Jordi; Palau, Ramon; Holgado García, Josep

Universitat Rovira i Virgili

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la creación de ambientes de aprendizaje en un mundo virtual 3D, dentro del proyecto SIMUL@B. Esta investigación parte los objetivos de valorar el potencial de los mundos virtuales en entornos 3D como laboratorios para el diseño y construcción de ambientes de aprendizaje, y evaluar cómo las propuestas hechas por los grupos de alumnos están alineadas a los principios de smart classroom. Las aulas analizadas fueron diseñadas y construidas por 73 estudiantes de magisterio de tres universidades, agrupados en 29 grupos. Se recogieron datos a través de diarios de campo, donde los alumnos reflexionaron sobre su implicación y valoraron la creación de sus ambientes de aprendizaje, así como de las video-presentaciones creadas por parte de cada grupo como recurso audiovisual para mostrar y justificar las decisiones tomadas en el diseño y construcción de aulas. Los resultados muestran que los mundos virtuales pueden cumplir las tres dimensiones que caracterizan las smart classrooms (tecnológica, ambiental y de procesos), aunque se señalan algunas limitaciones en cada una de ellas. Se concluye que este entorno virtual 3D es un recurso apropiado para trabajar de forma colaborativa el diseño de ambientes de aprendizaje y aulas smart.

PALABRAS CLAVE: ambientes de aprendizaje, mundo virtual, entorno 3D, smart classroom, aula inteligente.

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se encuadra dentro del proyecto SIMUL@B basado en la creación de un laboratorio de simulaciones 3D para el desarrollo de la competencia digital docente (CDD). Este laboratorio, creado en un mundo virtual, parte de las potenciales aplicaciones educativas de los mundos virtuales y se orienta bajo los principios de la pedagogía transformativa (Taylor, 2008) para conseguir aprendizajes significativos de calidad que impliquen la transformación del discente en su período de formación inicial (Esteve, Cela & Gisbert, 2016). Las aulas construidas se analizan en clave de smart classroom para comprobar en qué medida los mundos virtuales, pueden ser un recurso válido, para trabajar diseños que respondan a las necesidades que caracterizan las aulas del futuro, como son las smart classrooms.

Basados en modelos científicos, los laboratorios virtuales son útiles cuando proporcionan posibilidades de simulación 3D (Palau *et al.*, 2019), bien para la investigación y la capacitación en frente de situaciones que en la vida real podrían resultar difíciles o bien porque podrían representar (Palau, Mogas & Domínguez, 2020).

Smart classroom, o aula inteligente, es un concepto con creciente aceptación, aunque todavía no definido de forma unívoca e inequívoca. En este trabajo tomamos por referencia la caracterización presentada por Palau & Mogas (2019), donde se detallan tres dimensiones de características: la tecnológica, la ambiental y la de procesos.

En la dimensión tecnológica, se tendrían que introducir elementos de la cuarta revolución industrial como la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT) o el manejo de *big data* (Mogas *et al.*, 2020), aunque en la actualidad los centros incorporan dispositivos como ordenadores, *tablets*, móviles y pizarras digitales (Domínguez & Palau, 2020; Mogas *et al.*, 2020). También se debería considerar el uso de sistemas para la recolección de datos (para posible aplicación de *learning analytics*) y de sensores (para una tecnificación exploratoria) (Palau & Mogas, 2019).

La dimensión ambiental en una smart classroom cubre tanto a la arquitectura y el diseño del aula como el control de las condiciones ambientales de la misma. Se destaca que el diseño de las aulas tiene que ser abierto y flexible (Bosch, 2018), favorecer la inclusión (Mogas *et al.*, 2019) y la sostenibilidad (Cebrián, Palau & Mogas, 2020). Además, deben existir mecanismos para poder regular la calidad del aire, la iluminación y el ruido (Palau & Mogas, 2019).

La dimensión de procesos es central, ya que las dos dimensiones anteriores se usan para mejorar o atender la estrategia pedagógica (López, 2019; Mogas *et al.*, 2020). En una smart classroom se tienen que favorecer nuevas dinámicas y pedagogías, sobre todo para el trabajo en grupo y cooperativo, el aprendizaje por descubrimiento, etc., aunque los autores no limitan ninguna posibilidad (Palau & Mogas, 2019).

Los objetivos de esta investigación fueron (1) Valorar el potencial de los mundos virtuales en entornos 3D como laboratorios para el diseño y construcción de ambientes de aprendizaje, y (2) Evaluar cómo las propuestas hechas por los grupos de alumnos están alineadas a los principios de smart classroom.

2. MÉTODO

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

Este estudio de caso se realiza a partir de los datos recogidos en el proyecto SIMUL@B (presentado en la introducción), donde se desarrolló una actividad relativa al diseño y construcción del aula como ambiente de aprendizaje.

La infraestructura del entorno virtual SIMUL@B se concreta con la utilización de un sistema para la gestión del aprendizaje LMS (Moodle) que soporta el módulo Sloodle e integra un entorno virtual multiusuario (OpenSim) para crear y configurar mundos virtuales. Estos entornos recrean espacios físicos, en los que las personas, representadas mediante avatares y de manera sincrónica o asincrónica, interactúan entre ellas y con los objetos virtuales que se encuentran en los diferentes espacios inmersivos, interactivos, personalizables y programables.

En total se ha contado con la participación de 73 alumnos de tres universidades (Universitat Rovira i Virgili, Universitat de Lleida y Universitat d'Andorra), divididos en grupos heterogéneos.

2.2. Instrumentos

Los instrumentos de recogida de datos empleados han sido los diarios de campo y los registros de video.

En el proyecto se aplicó el instrumento de diario de campo estructurado para identificar aspectos relativos a la implicación de los alumnos y su valoración de la creación de los ambientes de aprendizaje en el mundo virtual. Este instrumento ha sido utilizado ya en versiones anteriores del proyecto (Esteve, 2015).

Los diarios fueron redactados de forma individual por cada alumno, bajo la denominación "Diario del estudiante". El diseño y la estructura del diario tuvo en cuenta el trabajo de Nick Yee (2006) sobre

la motivación en entornos 3D, que se concretó en seis apartados de guía: avatar, iniciativa, colaboración, competición, autonomía, evasión y otros. A partir de esta información se podía responder el primer objetivo.

En total de recogieron 73 diarios de campo, pero por falta de profundidad en la reflexión no se han podido extraer datos de nueve diarios (un total de 64 provechosos).

En relación a los registros de video, Gläser-Zikuda, Hagenauer & Stephan (2020) afirman que el análisis de video es un método muy poderoso en la investigación educativa empírica, y así se confirma en numerosos estudios que usan el video como instrumento con finalidades educativas y de investigación (Major & Watson, 2018; Roller, 2016; Seidel *et al.*, 2011; Tochon, 2008; Sherin, 2004). Usar el video como instrumento de investigación ofrece amplias posibilidades y es cada vez más utilizado (Beauchamp *et al.*, 2019), existiendo incluso iniciativas avanzadas en el desarrollo de herramientas para el video-análisis (Gisbert & Usart, 2018; Usart & Palau, 2019).

En SIMUL@B se recogieron datos de los “Videos del aula”, presentaciones (*screencasts*) creadas por parte de cada grupo como recurso audiovisual para mostrar y justificar las decisiones tomadas en el diseño y construcción de sus ambientes de aprendizaje, y resolver así nuestro segundo objetivo. Pese a disponer de 29 videos, por cuestión de privacidad no se han podido analizar cuatro, siendo 25 los finalmente útiles.

2.3. Procedimiento

Los alumnos recibieron una formación para aprender a manejar y moverse en el entorno virtual. A continuación, recibieron un documento con las normas básicas y el requisito de diseñar su aula ideal a partir del siguiente caso: “Grupo de 5º de Educación Primaria formado por 20 alumnos, de los cuales algunos son recién llegados. También hay un porcentaje alto de alumnos que manifiestan ciertos problemas de conducta, que muestran poco interés por las actividades que se generan en el aula y alumnos que tienen dificultades en la lectura y la escritura. Uno de estos alumnos presenta problemas de movilidad (silla de ruedas)”. A partir de este planteamiento, los participantes discutieron cómo diseñar el aula y construirla en el mundo virtual.

Como instrumentos de investigación, durante el transcurso de la actividad los participantes escribieron el diario individual, y una vez finalizada, grabaron las video-presentaciones en grupo.

Se ha usado un procedimiento de análisis narrativo. Tanto las reflexiones de los diarios como las justificaciones de los vídeos han sido analizadas mediante la creación de una matriz temática de citas textuales. En esta matriz de análisis, los diarios han sido anonimizados con el sistema de código D3-01 (D de “diario”, 3 para indicar la iteración del proyecto, 01 el número de alumno anonimizado). Para los videos se ha usado idéntica codificación con la letra V. Esto ha permitido reflejar y comparar las aportaciones de cada alumno o grupo, establecer relaciones, computar frecuencias y facilitar la recuperación de información cualitativa de forma organizada.

En esta investigación se han respetado los cuatro principios que establecieron Derry *et al.* (2010) en relación con la recopilación y el uso del video como instrumento: Para la selección, en SIMUL@B, a parte de los diarios, se decidió que cada grupo grabaría un *screencast* con la explicación de su aula; el análisis se realizó en base al marco teórico de smart classroom y siguiendo el procedimiento arriba descrito; la tecnología usada para la recolección de datos fue el entorno virtual; y también se han respetado los principios de ética en la investigación, desde la aceptación de los alumnos por participar en el proyecto.

3. RESULTADOS

3.1. Potencial de los mundos virtuales 3D para el diseño de aulas

Los resultados obtenidos a través de los “Diarios del estudiante” muestran cierta heterogeneidad en las reflexiones, aunque se pueden extraer tendencias bastante bien definidas en lo referente a la experiencia de diseñar un aula mediante el mundo en un entorno virtual 3D. De las valoraciones cualitativas de la experiencia, se recogen 26 comentarios positivos y 34 negativos, encontrando diarios que no hacen valoración cualitativa de ningún signo y otros que destacan aspectos de ambos signos.

En positivo se reconocen varios aspectos.

- a) Destaca el componente lúdico de la actividad, e incluso 8 participantes se refieren a la experiencia como un juego.

“Mi experiencia con esta actividad es que me he divertido mucho y me ha sorprendido la gran cantidad de objetos que podía añadir a nuestra clase. En este sentido, el programa nos permite disfrutar de un entorno muy real” (D4-19).

“¡Me gusta este mundo! La verdad es que, si tuviera más tiempo libre, pasaría un buen rato. Me encanta. De hecho, cuando era más pequeña era una gran fan de los SIMS y esto se le parece mucho” (D3-49).

“Me ha gustado entrar en el mundo virtual y disfrutar de todos los espacios que estaban dedicados a nosotros, ya que me permitía trabajar y poder desconectar un poco de todo el trabajo de la universidad. Aunque esto también ha sido una tarea de la universidad, me lo he tomado de otra manera y lo he querido vivir como una nueva experiencia que me permitía demostrar mis habilidades y desconectar” (D3-53).

- b) 11 diarios mencionan de forma textual la motivación:

“La verdad es que nos tomamos el programa como si de un juego se tratara, por lo que ha resultado motivador y divertido de realizar” (D4-06).

“Ha sido un proyecto diferente de los que estamos acostumbrados a realizar y por esta razón lo tomé con muchas ganas y motivación” (D4-15).

“Realizar actividades de este tipo hace que te motives más ya que activa tu imaginación y te da la libertad de crear el aula donde te gustaría enseñar.” (D4-14).

- c) También remarcan el valor del mundo virtual para poder experimentar el diseño de un aula real, por la experiencia de aprendizaje realizada, por el resultado obtenido, y por el fomento de la creatividad en un formato innovador:

“El aprendizaje por descubrimiento de Bruner es eficiente en mi caso, porque seguramente si me lo hubieran contado, no lo hubiera investigado tanto” (D3-21).

“He podido ponerme en el papel de una maestra que vela por un aprendizaje de gran calidad para sus alumnos y por unas condiciones óptimas” (D4-19).

“Me sorprendí gratamente cuando vi el trabajo realizado y llevado a la práctica. No pensaba que nuestras ideas, llevadas a la práctica, pudieran dar ese resultado. [...] Sólo puedo desear tener un aula como esta en el mundo real.” (D3-23).

“[...] podía crearla [el aula] como yo quisiera y reflejar un aula real. Nunca me han gustado como están organizadas las aulas, y a partir de este juego he podido crear la mía propia, [...]” (D3-46).

“Opino que es un proyecto bastante innovador, y que ayuda a entrar a los futuros maestros en un mundo lleno de tecnología. Para las personas que no disfruten con las tecnologías, es una buena oportunidad para que lo prueben de una forma dinámica y estimulante” (D3-54).

“En general, puedo decir que esta actividad ha sido de las que más me ha gustado aunque también una de las más complejas ya que se deben decidir muchas cosas y al mismo tiempo llevarlas a la práctica” (D3-32).

“Creo que esta sería el aula de mis sueños, es decir, la que como futura maestra desearía para mis futuros alumnos” (D3-38).

En negativo, las quejas han estado repetidas en lo referente al tiempo de dedicación y a los problemas técnicos con el entorno virtual.

a) Quejas sobre el tiempo de dedicación. Por ejemplo:

“Hay cosas que no acabo de entender, y no tengo tiempo para hacerlo” (D4-08).

b) Los problemas técnicos han sido de diferente índole (problemas de acceso al entorno, de modificación de objetos virtuales, etc.) Siempre se han solucionado, pero han provocado algunas situaciones de discomfort en los participantes:

“Mi avatar no funcionaba o se me bloqueaba el entorno, lo que me ha provocado bastante estrés” (D3-18).

c) No obstante, seis de los participantes han reconocido un interés creciente a medida que se familiarizaron con el entorno:

“Un entorno que en un primer momento y hablando desde la ignorancia parecía difícil y minucioso en cuanto a su funcionamiento, acabó resultando un espacio muy agradable” (D4-15).

“Poco a poco me fui sintiendo más autónomo y capaz para moverme en el entorno virtual de SIMUL@B. Pienso que es como todo, gracias a la práctica nos podemos ir saliendo de todo, en cambio, si al principio ya pensamos que no vamos a aprender nunca, seguro que será así. Siempre digo que nunca hay que decir no sé hacerlo, sino aún no lo sé hacer” (D3-25).

A parte de valoraciones positivas y negativas, se destaca que algunos alumnos han entendido la tarea como una actividad de decoración más que diseño y construcción del aula desde cero:

“Me ha gustado mucho hacerla [la actividad] ya que siempre he sido un apasionado de la decoración de espacios interiores y poder diseñar un aula ha sido un proceso muy enriquecedor” (D3-45).

3.2. Principios smart classroom en las aulas diseñadas

En relación con la dimensión tecnológica, los datos muestran que hay una absoluta mayoría de propuestas que centran su interés en proporcionar dispositivos digitales, sin más innovación. Eso sí, existen justificaciones relacionadas con la incorporación de tabletas digitales, pizarras digitales interactivas y otros dispositivos:

“Basamos nuestra metodología de enseñanza en el triángulo interactivo de César Coll: contenidos y actividades están mediados por el uso de las TIC. Pero hay que mediar como las TIC están presentes en el aula para dar respuesta flexible a las diferentes casuísticas que se pueden dar” (V4-04).

“Hacerla así más innovadora [el aula] y donde las TIC tuvieran un papel importante como una herramienta para hacer más enriquecedor y significativo el aprendizaje de los alumnos” (D3-47).

“Creemos que en la red podemos encontrar recursos didácticos muy interesantes para hacer con los niños. Por ejemplo: proyección de vídeos, pantalla táctil que promueve la psicomotricidad de los niños, proyección de canciones, ...” (V4-01).

“Ordenadores de mesa y portátiles para hacer trabajos individuales y grupales en la nube. Interesa mucho el Drive para que mediante el sistema de historial el profesor puede hacer un seguimiento individualizado del trabajo hecho” (V4-03).

Sin embargo, ningún participante o grupo incluyen otras tecnologías más avanzadas, ni de la cuarta revolución industrial, ni sensores, etc.

En la dimensión ambiental se revisa la arquitectura y el diseño del aula. La totalidad de grupos han optado por dividir su aula en rincones o espacios: rincón de lectura (los 25 grupos), rincón TIC (24 de los 25), rincón de relajación (20), rincón de expresión artística (20), rincón de música (13), rincón de trabajo en grupo (10), rincón de psicomotricidad (7), etc.

“Nuestra aula está dividida en espacios para poder modificar el contexto de aprendizaje en función de lo que requiera cada situación” (V4-13).

“No es una clase tradicional, sino que está estructurada en varios rincones con el fin de que el aprendizaje se dirija al niño y éste pueda desarrollar sus habilidades tal como indicaba Montessori” (V4-14).

“Trabajar por rincones sirve para fomentar la autonomía, la creatividad y la cooperación” (V4-02).

“En medio del aula no hay ninguna pared ni estructura que separe los rincones construidos. Lo hemos hecho así porque el aprendizaje es global: todos los rincones deben estar unidos” (V3-10).

Se tienen en consideración los requisitos de la actividad y se diseñan aulas accesibles e inclusivas. Ahora bien, se han construido espacios específicos para una silla de ruedas sin reflexionar otras posibles casuísticas de movilidad sobrevenidas. Solo un participante ha reflexionado al respecto (en su diario personal):

“Creemos que el aula está diseñada para atender a toda la diversidad, pero también entendemos que como maestros debemos rediseñar tantas veces como haga falta el aula, debemos ser flexibles para ajustarnos lo máximo posible a las necesidades, deseos y contextos de los niños” (D4-03).

La dimensión ambiental también contempla la calidad del aire, la acústica y la iluminación.

Ningún grupo ha reflexionado sobre calidad del aire.

No han reflexionado sobre la acústica del aula, incluyendo los 14 grupos que han habilitado un rincón de música (9 con un piano, 9 con una batería y 6 con alguna guitarra), sin medios para silenciar el ruido producido. Solo un grupo ha creado un sistema manejado por el docente consistente en un semáforo al que han dado la siguiente utilidad:

“Para avisar a los alumnos sobre el nivel de ruido que están creando: verde cuando están bien, naranja cuando se eleva el tono y rojo cuando es necesario que se tranquilicen” (V3-03).

La iluminación ambiental en el laboratorio virtual es siempre la misma, se use luz artificial o no, se dispongan ventanas o no, con la única particularidad que se modifica si es de día o si es de noche. Los grupos han hecho algunas apreciaciones en cuanto a esta característica:

“Hemos dado importancia a la calidad del espacio y por ello consideramos esencial la luminosidad y luz natural que obtenemos a través de las dos grandes ventanas” (V3-09).

“Hay unas ventanas que permiten la entrada de luz natural, lo que favorece el desarrollo de los niños” (V3-05).

“Se ha procurado que la iluminación sea la adecuada” (V4-04).

En la dimensión de procesos, o pedagógica, muchos son los vídeos que presentan espacios de trabajo en grupo, en equipo o rincones en los que se puede debatir (23), se habla a menudo de cooperación (17), del trabajo por proyectos (8), y de poner el alumno en el centro del aprendizaje (5), de inteligencia emocional, de aprendizaje significativo, la experimentación, etc.

“Hemos creado un espacio de recreo y creatividad muy especial y que no se encuentra en las aulas tradicionales. En este se podrán desarrollar las inteligencias múltiples y talentos de los niños que quizás en las actividades normales del aula no se engloban” (V3-03).

“Desarrollo integral de los estudiantes, pasando a un modelo de escuela donde el alumno es el centro del aprendizaje para que aprenda de una forma significativa. Todos los espacios diseñados tienen como finalidad última desarrollar las competencias básicas de que consta el currículo de Educación Primaria” (V4-04).

“Los procesos de adquisición del conocimiento se dan a través de la acción, la experiencia y el ejercicio. Por eso hay un rincón para la experimentación con numerosos elementos para interactuar y manipular” (V4-09).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El primer objetivo de esta investigación era valorar la potencialidad de los mundos virtuales en entornos 3D como laboratorios para el diseño y construcción de ambientes de aprendizaje. En el proyecto SIMUL@B, aplicando mejoras sugeridas en experiencias previas (Esteve, Cela & Gisbert, 2016), se recogen datos que permiten realizar una valoración positiva, aunque con determinadas limitaciones.

Los laboratorios virtuales son un buen recurso para la formación (Palau, Mogas & Domínguez, 2020) y este entorno virtual 3D se ha demostrado un recurso apropiado para trabajar mediante pedagogía transformativa y conseguir aprendizajes significativos (Taylor, 2008). Se cumplen las características técnicas, de seguimiento, socialización y motivación que se asocian a estos entornos (Palau *et al.*, 2019) y así se demuestra en voz de los participantes, que explicitan su motivación por participar en la actividad y destacan el componente lúdico, considerándola como un juego de equipos. En general consideran que se trata de una experiencia innovadora que les permite reforzar su aprendizaje y les ayuda a impulsar su creatividad mediante la reflexión y la práctica.

Ahora bien, varios alumnos comentan su poca participación debido a problemas técnicos (sobre todo para entrar en el entorno y dificultades con el avatar o para mover objetos), de tiempo (requiere tiempo de familiarización y de dedicación) o por cuestiones organizativas con el grupo.

El segundo objetivo era evaluar cómo las propuestas hechas por los grupos de alumnos están alineadas a los principios de smart classroom, en base a la caracterización propuesta por Palau & Mogas

(2019). Partiendo de la premisa que los alumnos no tenían ninguna indicación sobre el diseño de smart classrooms, se puede afirmar que los resultados han sido satisfactorios, aunque hay aspectos de las tres dimensiones referenciales (tecnológica, ambiental y de procesos) que se pueden discutir:

- a) *Dimensión tecnológica*: idealmente deberíamos proveer las aulas de sistemas tecnológicos avanzados que nos faciliten la recogida de datos a tiempo real sobre todo lo que sucede para poder tomar decisiones y ser más eficientes en los diferentes procesos. Ahora bien, en el momento de desarrollo actual es difícil encontrar iniciativas enmarcables en la cuarta revolución industrial (Mogas *et al.*, 2020). Así, un laboratorio virtual 3D sería un escenario apropiado para empezar a plantear cambios de este tipo. La recolección de datos (para posible aplicación de *learning analytics*) y la introducción de sensores en su representación en el mundo virtual se hubiera podido representar en fases iniciales a partir de los propios dispositivos móviles (Palau & Mogas, 2019). Sin embargo, la adopción tecnológica que los alumnos proponen en este proyecto se limita al uso de aparatos electrónicos como ordenadores y pizarras digitales, lo que se adapta a la realidad más extendida (Domínguez & Palau, 2020).
- b) *Dimensión ambiental*: se revisa la arquitectura y el diseño del aula como punto fuerte del mundo virtual. Destaca que todos los grupos han optado por crear espacios innovadores como rincones y ambientes, espacios abiertos y flexibles a semejanza de Bosch (2018), decisión que sería apropiada para una smart classroom.

Las aulas son accesibles e inclusivas de acuerdo con el caso que se contextualizaba en la actividad (alumnos recién llegados, alumnos con problemas de conducta y un alumno en silla de ruedas), cumpliendo los principios de inclusión en una smart classroom (Mogas *et al.*, 2019), pero las propuestas generalmente son pobres en relación a su escalabilidad, aunque hay un grupo que sí demuestra que el mundo virtual puede ofrecer opciones de adaptación del espacio a nuevas situaciones.

No existen reflexiones relativas a la sostenibilidad, aunque es un requisito de las smart classroom (Cebrián, Palau & Mogas, 2020).

Ningún grupo ha reflexionado sobre calidad del aire. Solo un grupo ha diseñado algún elemento relacionado con la acústica (un semáforo como medidor del ruido/sonido del aula). La iluminación tampoco se implementa en profundidad, ya que la iluminación ambiental en el espacio virtual sólo regula si es de día o de noche. Los grupos han hecho algunas apreciaciones cuanto a esta característica, pero referidas a grandes espacios bien iluminados.

- c) *Dimensión de procesos*: Las dos dimensiones anteriores se usan para mejorar o atender la estrategia pedagógica (López, 2019; Mogas *et al.*, 2020). Se propone el diseño de rincones para atender diferentes necesidades mediante diferentes métodos de enseñanza-aprendizaje. Se destaca el aprendizaje cooperativo, el trabajo por proyectos, el aprendizaje por descubrimiento, y conceptos relacionados con metodologías constructivistas como la inteligencia emocional y el aprendizaje significativo. En una smart classroom se tienen que favorecer nuevas dinámicas y pedagogías (Palau & Mogas, 2019; Cebrián, Palau & Mogas, 2020), por lo que esta dimensión sí que queda bien cubierta por las justificaciones que ofrecen los estudiantes.

Como limitaciones a esta investigación destacamos las dificultades técnicas expresadas por algunos de los participantes y las propias del mundo virtual utilizado, que no dispone de todas las herramientas y opciones que se podrían necesitar para desarrollar propuestas complejas y con plena consciencia de todas las implicaciones de la toma de decisiones en determinadas características de la smart classroom (por ejemplo, el ruido).

AGRADECIMIENTOS

SIMUL@B: Laboratorio de Simulaciones 3D para el desarrollo de la competencia digital docente. Plan Estatal de fomento de la investigación científica y técnica de excelencia. MECD. Ref. EDU2013-4223-P.

Con el apoyo de la Secretaria d'Universitats i Recerca del Departament d'Economia i Coneixement de la Generalitat de Catalunya, de la Unión Europea (UE) y del Fondo Social Europeo (FSE) (número de expediente: 2017 FI_B 00085).

5. REFERENCIAS

- Beauchamp, G., Haughton, C., Ellis, C., Sarwar, S., Tyrie, J., Adams, D., & Dumitrescu, S. (2019). Using video to research outdoors with young children. En: Z. Brown & H. Perkins (Ed.), *Using innovative methods in early years research: Beyond the conventional* (pp. 124-137). Routledge.
- Bosch, R. (2018). *Designing for a better world starts at school*. Saxo Publish.
- Cebrián, G., Palau, R., & Mogas, J. (2020). The smart classroom as a means to the development of ESD methodologies. *Sustainability*, 12(7), 3010. <https://doi.org/10.3390/su12073010>.
- Derry, S. J., Pea, R. D., Barron, B., Engle, R. A., Erickson, F., Goldman, R., ..., Sherin, B. L. (2010). Conducting video research in the learning sciences: Guidance on selection, analysis, technology, and ethics. *The Journal of the Learning Sciences*, 19(1), 3–53. <http://doi.org/10.1080/10508400903452884>
- Domínguez, S., & Palau, R. (2020). Qualificació en l'ús docent de la pissarra digital interactiva: desenvolupament d'una rúbrica per avaluar mestres. *Educar*, 56(1), 0035-59.
- Esteve, F. (2015). *La competencia digital docente. Análisis de la autopercepción y evaluación del desempeño de los estudiantes universitarios de educación por medio de un entorno 3D* (Tesis doctoral). Universitat Rovira i Virgili, Tarragona. <http://www.tdx.cat/handle/10803/291441>
- Esteve, F. M., Cela, J. M., & Gisbert, M. (2016). ETeach3D: Designing a 3D Virtual Environment for Evaluating the Digital Competence of Preservice Teachers. *Journal of Educational Computing Research*, 54(6), 816–839. <https://doi.org/10.1177/0735633116637191>
- Gisbert, M., & Usart, M. (2018). Videomining for the assessment of teacher skills in higher education. *10th EDEN Research Workshop. Towards Personalized Guidance and Support for Learning. Conference Proceedings (2018)*. Editado por Josep M. Duart y Andrés Szucs. European Distance and e-Learning Network: Budapest.
- Gläser-Zikuda, M., Hagenauer, G., & Stephan, M. (2020). The potential of qualitative content analysis for empirical educational research. *Forum: Qualitative Social Research*, 21(1), Art. 17. <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-21.1.3443>
- López, M. (2019). The integration of digital devices into learning spaces according to the needs of primary and secondary teachers. *TEM Journal*, 8(4), 1351–1358. <https://doi.org/10.18421/TEM84-36>
- Major, L., & Watson, S. (2018). Using video to support in-service teacher professional development: the state of the field, limitations and possibilities. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(1), 49-68. <http://doi.org/10.1080/1475939X.2017.1361469>
- Mogas, J., Palau, R., Lorenzo, N., & Gallon, R. (en prensa). Developments for Smart Classrooms: Schools Perspective and Needs. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 12(4), art. 3.
- Mogas, J., Palau, R., Sanromà, M., & Lázaro, J. L. (2019). Smart classroom, an inclusive space to attend to educational diversity. En: M. El Homrani, D. E. Báez, & I. Ávalos (Coords.), *Inclusión y diversidad: intervenciones socioeducativas*. Wolters Kluwer.

- Palau, R., & Mogas, J. (2019). Systematic literature review for a characterization of the smart learning environments. En A. M. Cruz & A. I. Aguilar (Eds.), *Propuestas multidisciplinares de innovación e intervención educativa* (pp. 55-71). Universidad Internacional de Valencia.
- Palau, R., Mogas, J., & Domínguez, S. (en prensa). GoLab como entorno virtual de aprendizaje: análisis y futuro. *Educación*, 56(2).
- Palau, R., Mogas, J., Domínguez, S., & Sánchez, A. (2019). Diseño de escenarios para la formación en entornos 3D. En M. Gisbert, V. Esteve-González, & J. L. Lázaro (Eds.), *¿Cómo abordar la educación del futuro? Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente* (pp. 17-28). Octaedro.
- Roller, S. A. (2016). What they notice in video: a study of prospective secondary mathematics teachers learning to teach. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19, 477-498. <http://doi.org/10.1007/s10857-015-9307-x>
- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others? *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 259-267. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.009>
- Sherin, M. G. (2004). New perspectives on the role of video in teacher education. En J. Brophy (Ed.), *Using video in teacher education: Advances in research on teaching* (Vol. 10, pp. 1-27). Oxford: Elsevier Press.
- Taylor, E. W. (2008). Transformative Learning Theory. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 119, 5-15. <https://doi.org/10.1002/ace.301>
- Tochon, F. (2008). A brief history of video feedback and its role in foreign language education. *CALICO Journal*, 25(3), 420-435. <http://www.jstor.org/stable/calicojournal.25.3.420>
- Usart, M., & Palau, R. (2019). Validación de una herramienta de videoanálisis para la evaluación de la Competencia Digital de futuros docentes: eficiencia, facilidad de uso y usabilidad percibidas. En R. Roig-Vila (Ed.), *Investigación e innovación en la Enseñanza Superior: Nuevos contextos, nuevas ideas* (pp. 436-446). Octaedro.
- Yee, N. (2006). Maps of Digital Desires: Exploring the Topography of Gender and Play in Online Games. *World*, 83-96.